

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Tilen Avsec

**Pregled platform za upravljanje  
pametnih mest**

DIPLOMSKO DELO

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM  
PRVE STOPNJE  
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

MENTOR: prof. dr. Marko Bajec

Ljubljana, 2016

Fakulteta za računalništvo in informatiko podpira javno dostopnost znanstvenih, strokovnih in razvojnih rezultatov, zato priporoča objavo dela pod katero od licenc, ki omogočajo prosto razširjanje diplomskega dela in/ali možnost nadaljnjne proste uporabe dela. Ena izmed možnosti je izdaja diplomskega dela pod eno od Creative Commons licenc <http://creativecommons.si>

Morebitno pripadajočo programsko kodo praviloma objavite pod, denimo, licenco *GNU General Public License*, različica 3. Podrobnosti licence so dostopne na spletni strani <http://www.gnu.org/licenses/>.

*Besedilo je oblikovano z urejevalnikom besedil L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.*

Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Tematika naloge:

Pametna mesta so po eni izmed definiciji tista mesta, ki na učinkovit način z inovativnim povezovanjem različnih deležnikov zagotavljajo kvalitetne javne storitve za državljane in gospodarstvo z namenom izboljševanja kakovosti življenja in zagotavljanja rasti lokalne in nacionalne blaginje. V svetu je že kar nekaj mest, ki se pohvalijo s takšnimi lastnostmi. V diplomskem delu podrobneje opredelite, kaj je pametno mesto ter naredite pregled informacijskih rešitev, ki se za to uporabljajo. Opišite njihove funkcionalnosti ter druge lastnosti.



*Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Marku Bajcu za pomoč pri izbiri diplomske teme in za vodenje ob izdelavi diplomske naloge ter ožjim družinskim članom za podporo ob šolanju.*



# Kazalo

Povzetek

Abstract

<b>1</b>	<b>Uvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Pametno mesto</b>	<b>3</b>
2.1	Pregled . . . . .	3
2.2	Definicija . . . . .	5
2.3	ISO 37120:2014 . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Arhitektura pametnih mest</b>	<b>11</b>
3.1	Definicija . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Informacijske rešitve, ki delujejo kot platforme za upravljanje pametnih mest</b>	<b>17</b>
4.1	Definicija . . . . .	17
4.2	Pomen arhitekture pri implementaciji platform . . . . .	20
4.3	Prednosti . . . . .	21
<b>5</b>	<b>Primeri platform za upravljanje</b>	<b>23</b>
5.1	Področne platforme . . . . .	23
5.2	Celostne platforme . . . . .	29
5.3	Primerjava platform . . . . .	41
5.4	Prihodnost platform . . . . .	44

<b>6 Sklepne ugotovitve</b>	<b>45</b>
<b>Literatura</b>	<b>48</b>



# Seznam uporabljenih kratic

kratica	angleško	slovensko
<b>TCP</b>	transmission control protocol	komunikacijski protokol, ki zagotavlja zanesljiv prenos podatkovnih paketov
<b>IP</b>	internet protocol	internetni protokol
<b>IoT</b>	internet of things	internet stvari
<b>KPI</b>	key performance indicator	ključni kazalnik uspešnosti
<b>IKT</b>	information and communication technology	informacijsko-komunikacijska tehnologija
<b>CMS</b>	content management system	sistem za upravljanje vsebine
<b>MAN</b>	metropolitan area network	mestno omrežje
<b>IT</b>	information technology	informacijska tehnologija
<b>API</b>	application program interface	programski vmesnik
<b>SDK</b>	software development kit	paket za razvoj programske opreme



# Povzetek

**Naslov:** Pregled platform za upravljanje pametnih mest

**Avtor:** Tilen Avsec

Zaradi trenda večanja urbanizacije se mesta srečujejo z novimi izzivi pri učinkovitem zagotavljanju mestnih storitev in kvalitetnejšega življenja prebivalcem. Reševanja slednjih izzivov pa se lotevajo z vpeljavo tehnoloških rešitev za nadzor in upravljanje mesta. Namen diplomskega dela je pregledati literaturo o arhitekturi pametnih mest in pregled obstoječih informacijskih rešitev, ki delujejo kot platforme za upravljanje pametnega mesta, ter predstavitev njihove pomembne vloge v mestih.

**Ključne besede:** pametno mesto, arhitektura pametnih mest, upravljanje pametnega mesta, internet stvari, platforma.



# Abstract

**Title:** IT platforms for smart city governance

**Author:** Tilen Avsec

Due to a positive trend in urbanization, cities are encountering new challenges to efficiently provide municipal services and increase quality of life in the cities. To solve these issues, they are implementing technological solutions for city control and management. The purpose of this thesis is to review the literature on smart city architecture and to make an overview of information solutions, which operate as platforms for smart city management, and their important roles in the cities.

**Keywords:** smart city, smart city architecture, management of smart city, internet of things, platform.



# Poglavje 1

## Uvod

V osemnajstem stoletju je v mestih živel manj kot pet odstotkov globalne populacije, danes živi v mestih že več kot petdeset odstotkov populacije in najverjetneje bo do konca tega stoletja v mestih živel že preko osemdeset odstotkov populacije [16]. Tako hitra tranzicija predstavlja mnogo izzivov pri planiranju, razvoju in upravljanju mest. Ključno vlogo v reševanju slednjih izzivov pa imajo informacijski sistemi.

Živimo v dobi globalizacije, za katero je eden izmed zaslužnikov definitivno internet ter podobne mreže za medsebojno komuniciranje naprav oziroma uporabnikov teh naprav. V vsakdanjem življenju imamo opravka z vedno več t.i. pametnimi napravami in aplikacijami, poudarek pa je na združevanju in kolaboraciji le teh, z drugimi besedami internet stvari. Vriši pa se celo na ravni celotnih mest, t.i. pametnih mest v želji do izboljšanja kvalitete življenja ljudi, ki bivajo v mestu in tistih, ki mesto obiskujejo in uporabljajo storitve v mestu. Za razvoj pametnih mest pa so zelo pomembne platforme, ki omogočajo združevanje in povezovanje posameznih pametnih tehnologij v skupno celoto ter analiziranje pridobljenih podatkov v realnem času, na podlagi katerih je možno izboljšati življenje, planiranje in razvoj mesta.

S pregledom obstoječe literature je cilj diplomskega dela predstaviti arhitekturo pametnih mest s poudarkom na informacijskih rešitvah, ki delujejo kot platforme za upravljanje pametnih mest. Cilj je tudi definirati te platforme, predstaviti njihove prednosti ter pregled in opis nekaterih obstoječih rešitev. Opravili bomo tudi primerjavo platform po funkcionalnostih in tako določili najbolj pomembne funkcionalnosti ter tisto platformo ali platforme, ki jih imajo največ. Zaradi vpliva na arhitekturo pametnih mest in razvoj platform je za razumevanje diplomskega dela na podlagi pregleda literature predstavljen tudi koncept in definicija pametnega mesta.



## Poglavje 2

# Pametno mesto

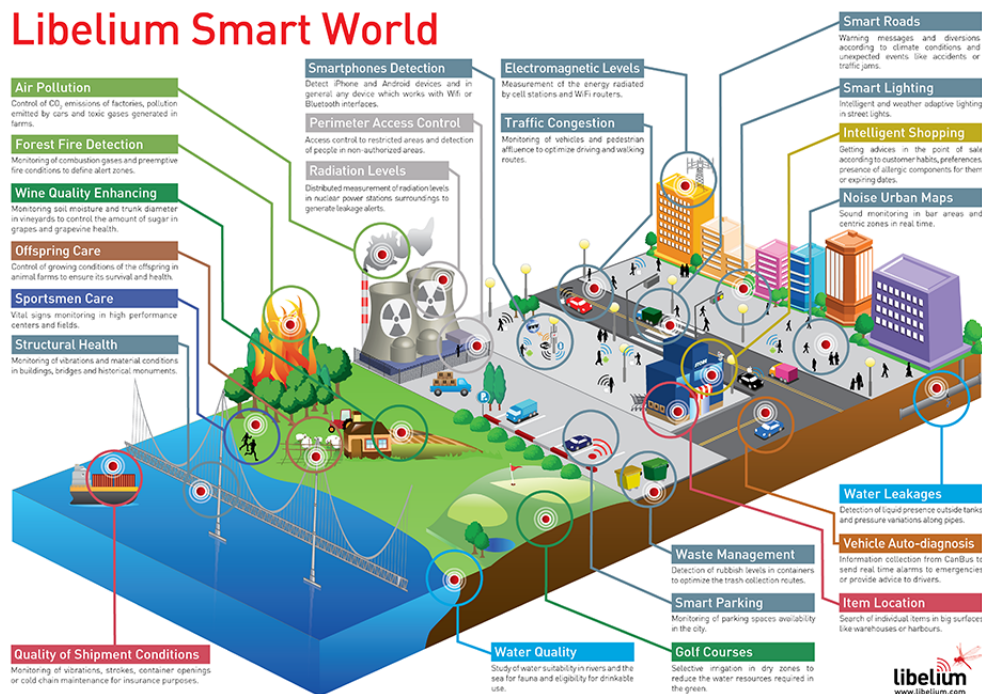
### 2.1 Pregled

Začetki pametnih mest segajo v konec 20. stoletja, kjer so predstavljala vpe-ljavo pametne tehnologije v mestna območja preko informacijsko-komunikacijskih tehnologij (IKT). Kasneje se je ta terminologija razširila in sedaj vključuje tudi druge dejavnike, ki mesto uvrstijo med pametne [58].

Ključna komponenta razvoja in definicije pametnih mest je digitalni pro-stor mest. Začetki tega so bili istočasni s pojavitvijo svetovnega spleta v devetdesetih letih 20. stoletja, ko so nekatera mesta ponujala statične strani z raznovrstnimi informacijami o mestu in dejavnostih v njem. Kasneje je na digitalni prostor močno vplivalo povečanje komunikacijske pasovne širine in večja pokritost omrežja. Ob tem pa so se v letu 2003 razvili sistemi za upra-vljanje vsebine (CMS), ki so močno vplivali na nadaljnji digitalni razvoj mest, predvsem z nastankom vrste aplikacij, ker so uporabniki s tem postali tudi ustvarjalci aplikacij. Primeri tovrstnih aplikacij so SeeClickFix za poročanje nekritičnih problemov v mestu, GoldenDeals in Groupon za marketing in promocijo lokalnih dejavnosti, in podobne aplikacije. Glavna sprememba pa je sledila leta 2009, ko so se mesta usmerila v uporabo vgrajenih sistemov in brezžična omrežja, poleg tega pa je sledil še razvoj novih tehnologij, ki so

močno spremenila naša življenja in omogočajo zbiranje in analiziranje velike količine podatkov [40].

Leta 2009 dobijo pametna mesta večjo pozornost zaradi predstavitve poslovne iniciative podjetja IBM, imenovane Smarter Planet, ki dobi močno podporo vlad, podjetij, univerz in podobnih skupnosti po svetu [56]. Vizija je izhajala iz treh besed, v angleščini treh I-jev - instrumentacije (ang. instrumentation), medsebojne povezanosti (ang. interconnectedness) in intelligence (ang. intelligence). V iniciativi je IBM predstavil, kako lahko z novimi inteligentnimi sistemi in tehnologijami močno vplivamo na življenje. Tako je svet začel sprejemati ideje, kot so transport, osredotočen na potnika, električna energija, osredotočena na porabnika in inteligentni sistemi za upravljanje zdravstvenih storitev, vode, javne varnosti, hrane, itd. [24, 25].



Slika 2.1: Ponazoritev pametnega sveta.

Na sliki 2.1 lahko vidimo pogled Libeliuma na pametni svet z uporabo pametnih tehnologij.

V obdobju razvoja interneta in povezovanja mnogih naprav preko interneta nastane izraz internet stvari (IoT). Haller/Karnouskos/Schroth definirajo IoT kot „Svet, kjer so fizični objekti integrirani v informacijsko mrežo in kjer lahko fizični objekti postanejo aktivni udeleženci v poslovnem procesu. Storitve so zmožne komunicirati s temi pametnimi objekti preko interneta, lahko proizvedejo po njihovem stanju in po vsaki informaciji povezani z njimi, upoštevajoč varnostne in zasebnostne probleme“ [14]. Pod ta pojem danes štejemo tudi pametna mesta in informacijske rešitve, na katerih bazirajo pametna mesta.

Da bi lahko opravili pregled arhitekture pametnih mest in platform za upravljanje pametnih mest, potrebujemo definicijo pametnega mesta. V publikacijah obstaja mnogo definicij, prav tako pa se definicija spreminja iz države v državo, od mesta do mesta, odvisna je od razvitosti, volje do sprememb, virov in prizadevanja prebivalcev mesta [57].

## 2.2 Definicija

Najti pravo definicijo ni lahko, obstaja pa kar nekaj člankov na to temo, kjer je pojem že nekako povzet iz več različnih publikacij. Članek, ki se ukvarja ravno z iskanjem definicije, opisuje obseg pametnega mesta kar s štirimi glavnimi cilji oziroma vidiki, h katerim naj bi pametno mesto stremelo [39]:

- Ekološka trajnost

Je eden izmed bolj pogostih urbanih problemov, povezan z več področji, kot so promet, onesnaževanje in odpadki. Ta cilj je najlažje meriti, ker so podatki izmerljivi in aplicirani na vpeljane spremembe.

- Kvaliteta življenja in dobro počutje

Je bolj obsežen cilj, ki pa ni avtomatično povezan s pametnim mestom, vključuje pa kulturo, športne objekte, šole... Ta cilj je težje meriti, oziroma je v večini primerov napačno izmerjen, pri čemer je predvsem problem ločiti pametne iniciative od ostalih.

- Udeleževanje

Mesto naj bi želelo aktivne meščane, ki se lahko vključujejo v upravljanje mesta, kar pa je odvisno od prisotnosti digitalnih tehnologij v javnih storitvah.

- Znanje in intelektualni kapital

Je neoprijemljiv vidik pametnega mesta. Cilj upošteva intelektualni kapital kot glavni vir za nadaljnji pametni razvoj mesta.

Povzeta definicija v članku se glasi tako: „Pametno mesto je dobro definirano geografsko območje, kjer visoke tehnologije, kot je IKT, logistika, proizvodnja energije, itd., sodelujejo pri ustvarjanju prednosti za meščane v obliki dobrega počutja, vključevanja in udeleževanja, ekološke kvalitete ter pametnega razvoja. Upravljan je s strani dobro definiranih oseb, ki lahko navajajo pravila in strategijo za upravljanje in razvoj mesta.“ [39]

Strokovnjaki tako podajajo definicije iz dveh zornih kotov, s tehnološkega vidika in definicijo iz področij, ki jih pametno mesto obsega. S tehnološkega vidika najdemo v literaturi definicijo, da je pametno mesto tisto, ki povezuje fizično, IT, družbeno in poslovno infrastrukturo mesta v želji k povečanju kolektivne inteligence mesta [15].

Definicija drugih avtorjev sledi, da bi morala pametna mesta uporabljati pametno računalniško tehnologijo za boljšo učinkovitost, inteligenco in medsebojno povezanost kritičnih mestnih infrastrukturnih komponent in storitev. Te storitve vključujejo upravljanje mesta, šolstvo, javno zdravje, javno var-

nost, nepremičnine, prevoz in druge javne storitve [55].

Zaradi nestandardiziranosti definicije je teh ogromno in vsi avtorji si razlagajo pametno mesto z različnih vidikov na svoj način. Iz vseh definicij povzamemo, da so pametna mesta tista, ki s pametno uporabo tehnologije zagotavljajo boljše življenje ter bolj učinkovito uporabo in upravljanje virov, ki so na voljo. To je tudi definicija, ki jo bomo uporabljali za nadaljnje delo.

## 2.3 ISO 37120:2014

Obstaja že preko 21000 mednarodnih standardov in vsako leto nastajajo novi. Standardi ISO določajo zahteve, specifikacije in smernice, ki so lahko uporabljene za zagotovitev primernosti materialov, produktov, procesov in storitev [35].

Zaradi poudarka na pametnih mestih se je v zadnjih letih razvil in pred kratkim prišel v veljavo nov standard, namenjen pametnim mestom. Ta standard določa indikatorje za merjenje uspešnosti mestnih storitev in kvalitete življenja v mestih. Predvsem je pomemben za omogočanje meritev učinkovitosti mesta in napredka skozi čas, z glavnim ciljem izboljšati kvaliteto življenja in zagotoviti trajnost mestom [33, 34]. Področja, upoštevana v standardu so:

- gospodarstvo,
- izobrazba,
- energija,
- okolje,
- finančništvo,
- odziv reševalnih služb,

- upravljanje,
- zdravje,
- rekreacija,
- varnost,
- zavetišče,
- trdni odpadki,
- telekomunikacija in inovacije,
- transport,
- urbanistično načrtovanje,
- odpadne vode,
- voda in sanitarne storitve.

Standardi ISO predstavljajo predvsem pozitiven vpliv za prejemnike certifikatov v finančnem smislu, saj so ključnega pomena za mednarodno trgovanje. Ravno tako je ISO 37120 kot prvi standard za mestne indikatorje finančno in drugače pomemben za mesta, ker prinaša naslednje prednosti s certifikacijo:

- bolj učinkovito upravljanje in zagotavljanje storitev,
- mednarodna merila in cilji,
- lokalna merila in planiranje,
- informirana odločanja za oblikovalce politike in upravljalce mest,
- finančni vzvod za financiranje in mednarodno priznanje,
- ogrodje za trajnostno planiranje,
- transparentnost in odprti podatki za privlačnost vlaganja,

- primerljivi podatki za mestno odločanje, vpogled in globalno primerjavo.

Zaradi zgoraj naštetih lastnosti in pa prednosti ob pridobitvi certifikacije je za upravitelje mest pomembno, da stremijo k merilom tega standarda in realizaciji ciljev na posameznih področjih.





## Poglavje 3

# Arhitektura pametnih mest

Pametno mesto se začne pri pametni infrastrukturi. Ena izmed glavnih lastnosti pametnega mesta je, na podlagi prej ugotovljene definicije, uporaba pametnih tehnologij. Med najbolj pomembnimi so IKT za komunikacijo med napravami, aplikacijami in ljudmi, kjer imata glavno vlogo predvsem protokola TCP in IP, ki ponujata dostop širši skupini uporabnikov. Ker želimo v nadaljevanju izpostaviti informacijske rešitve za upravljanje, želimo izvedeti, kakšen del arhitekture predstavljajo in kaj mesto potrebuje, da postane pametno.

Ker za pametno mesto ne obstaja standardizirana definicija, predpostavljamo, da tudi za arhitekturo ni standardizirane definicije. V tem poglavju so predstavljene nekatere, ki se pojavljajo v literaturi.

### 3.1 Definicija

Prva definicija arhitekture sledi z vidika tehnologije in jo razdeli na tri sloje, katerim doda dodaten sloj za administracijo. Prvi sloj se imenuje sloj shranjevanja podatkov in vključuje vso digitalno vsebino ter zajemanje te vsebine, vključno z vsebino senzorjev v realnem času. Drugi sloj je aplikacijski,

ki zagotavlja ustrezne storitve uporabnikom z urejanjem digitalne vsebine. Tretji sloj je uporabniški vmesnik, ki izpostavlja funkcionalnosti v obliki internetnih aplikacij z uporabo zemljevidov, 3D slik, teksta, grafov in ostalih grafičnih orodij. Opisujejo tudi četrti, administrativni sloj, odgovoren za zagotavljanje pravic uporabnikom digitalne vsebine [36].

Slednji sloji predstavljajo arhitekturo digitalnega mesta, ker imamo definirano le infrastrukturo, ki naj bi jo pametno mesto imelo v smislu digitalizacije. Razlog je v različni definiciji mesta in starosti originalnega članka. Menim, da pri definiciji manjkajo vgrajeni sistemi v prvem sloju, ki so jih začeli uporabljati bolj pogosto šele po iniciativi Smarter Planet. Z njimi lahko mesto predprocesira podatke ter tako olajša delo napravam in aplikacijam v tem in drugih slojih. Zaradi velike količine podatkov v mestih danes bi bilo potrebno implementacijo takšne arhitekture primerno prilagoditi, lahko pa rečemo, da je dobra osnova za začetek.

Arhitekturo iz perspektive interakcije človek-sistem so opisali v obliki petslojne piramide. Spodnji sloj je pametna infrastruktura, ki zajema elektroniko, vodo, zemeljski plin, protipožarno zaščito, elektronsko komunikacijo in omrežje. Drugi sloj je sloj pametne baze podatkov in vsebuje prostorsko podatkovno bazo, strežnike podatkovne baze in celotne vire podatkov. Naslednji je sloj pametnega upravljanja stavb in obsega avtomatsko nadzirane mreže. Četrti je sloj pametnega vmesnika, ta obsega splošno funkcionalno platformo, celostne spletne storitve in podobno. Zgornji sloj je sloj pametnega mesta, ki združuje in povezuje spodnje štiri sloje [2].

Ker je eden izmed ciljev pametnih mest, da so osredotočena na izboljšanje življenja prebivalcev, je ta definicija zaradi perspektive interakcije človeka s sistemom bolj pomembna, obenem pa bolj splošna kot prva. Okvirno je sicer podobna prvi definiciji, vendar doda nivo pametnega mesta kot celoto, poleg tega poudari uporabo funkcionalnih platform za upravljanje. Še vedno pa ostaja problem velike količine generiranih podatkov. Avtor meni, da bi se mesto moralo razvijati od spodnjega sloja navzgor, dokler ne doseže zadnjega

sloja, pametnega mesta kot celoto.

Naslednja definicija prav tako predstavi petslojno arhitekturo, vendar z logičnega in fizičnega vidika. Sloj interesnih skupin obsega potencialne skupine uporabnikov mestnih storitev, torej končne uporabnike, skupine končnih uporabnikov in uslužbence, ki ponujajo javne in poslovne storitve preko pametnega mesta. Storitveni sloj vsebuje programske aplikacije, ki dostavljajo javne informacije in storitve prebivalcem in podjetjem. Poslovni sloj definira načela in pravila za delovanje pametnega mesta. Infrastrukturni sloj obsega razna lokalna omrežja (MAN, metro Wi-Fi), pametne prevozne sisteme, klicni center za javne klice in druge dostopne točke. Zadnji sloj pa je t.i. informacijski sloj in se nanaša na informacije in podatke, ki so ustvarjeni in shranjeni v sloju infrastrukture [3].

Definicija je na nek način podobna prejšnji, poleg tega pa izpostavi končne uporabnike kot del arhitekture, saj je pametno mesto pametno le toliko kot njegovi prebivalci.

Avtorja naslednje definicije sta opisala mesto, katerega cilj je razvoj avtomatskega sistema za zmanjšanje porabe energije v mestu. Poudarita tudi dejstvo, da razvoj pametnih sistemov ni pomemben le za zmanjšanje stroškov, ampak tudi olajša vzdrževanje in zmanjša posredovanja občinskih služb. Koncept sta razdelila na dva velika dela, nadzor in razvoj. Nadzor obsega zagotavljanje meritev in podatkovno komunikacijo, ki vključuje naprave, kot so iskalci položaja kablov, programabilne logične krmilnike (PLC) in modeme za komunikacijo. Razvoj obsega geoprostorske aplikacije in mrežni podatkovni model. Geoprostorske aplikacije vključujejo različne modele za vzdrževanje in upravljanje, mrežni podatkovni modeli pa podatkovne modele za elektriko, komunikacijo, vodo, plin, odpadne in nevihtne vode [1].

Slednja definicija je bolj skopa, saj je bila namenjena za določen primer uporabe.

Opazimo, da se vse definicije razlikujejo med seboj, imajo pa neke skupne točke. Različne definicije so preučili avtorji članka, v katerem pišejo o izzivih implementacije in oblikovanja arhitekture pametnega mesta ter na njihovi podlagi spisali svoj koncept arhitekture pametnega mesta. Razdelili so jo na 6 glavnih sklopov [56]:

- Pridobivanje podatkov

Mesto mora imeti veliko senzorjev za zbiranje informacij, omrežje za povezovanje teh senzorjev, predprocesiranje podatkov z uporabo vgrajenih sistemov. Poleg številčnosti senzorjev je pomembna raznolikost za pridobivanje informacij iz različnih področij mesta.

- Prenašanje podatkov

Poudarek je predvsem na komunikacijski strojni opremi in omrežnih tehnologijah. Dodatno avtor poudari pomembnost optičnega omrežja, ki zagotavlja večjo pasovno širino, ob vedno večjem razvoju mobilnih in drugih brezžičnih naprav pa tudi brezžična omrežja. Poleg fizičnega omrežja izpostavijo pomembnost socialnih omrežij, ki predstavljajo bogat vir informacij.

- Ocenjevanje ključnih podatkov in shramba

Ker je količina generiranih podatkov v mestih ogromna, je pomembno ločevanje med pomembnimi in nepomembnimi podatki, proces, ki se imenuje čiščenje in urejanje podatkov. Ob uporabi se tako izognemo procesiranju nepotrebnih podatkov. Izpostavljeno je shranjevanje teh podatkov, ki mora biti dovolj skalabilno in zanesljivo, da lahko podpira veliko kompleksnih podatkov.

- Podporne storitve

Avtorji omenijo uporabo storitveno usmerjene arhitekture (SOA), kjer mesto preko storitev izpostavi podatke drugim aplikacijam, ki nato iz podatkov izvečejo zanimivo informacijo, kot na primer napovedovanje

vremena iz vremenskih podatkov. Omenjeno je računalništvo v oblaku, kot računalniško zmogljiv in skalabilen sistem za analiziranje velike količine podatkov in ključen za razvoj pametnih mest v prihodnosti.

- Področne storitve in dogodkovno odvisne pametne aplikacije

Pomembnost teh dveh sklopov je v interakciji s prebivalci. Področne storitve vključujejo pametne sisteme, kot so pametni transport, pametno zdravstvo, itd. Integracija več področnih storitev pa so dogodkovno odvisne aplikacije.

Avtorji torej natančno razložijo definicijo iz novih področij, kjer upoštevajo tudi sodobnejše trende, kot je uporaba vgrajenih sistemov, brezžične tehnologije in druge. Izpostavijo tudi pomembnost interakcije s prebivalci oziroma uporabniki tega sistema.

Kot smo predpostavili glede na število definicij pametnih mest, najdemo veliko definicij arhitektur. Večina člankov je osredotočenih na manj obširno arhitekturo mest, saj so nastali pred vpeljavo novih definicij pametnih mest, kar je posledica tudi hitrega razvoja na področju, ali pa ker so namenjene za specifične primere uporabe. Najbolj splošna je definicija zadnjih avtorjev, ki delijo arhitekturo na 6 sklopov.

Primerno planiranje in izbor pravilne arhitekture je za izboljšanje življenja in trajnostni razvoj mesta ključnega pomena. Upravljalci mest pa se morajo zavedati, da pametno mesto ni odvisno le od digitalizacije, ampak mora vključevati pametne ljudi, uporabljene nove tehnologije pa so lahko dober medij za hitro prenašanje informacij in omogočajo hitrejši odgovore na negativne spremembe. Nadaljevanje diplomskega dela bo osredotočeno na predstavitev informacijskih rešitev, predstavljenih v nekaterih definicijah kot funkcionalne platforme za upravljanje, spletne storitve, uporabniški vmesniki in pametne aplikacije.



## Poglavje 4

# Informacijske rešitve, ki delujejo kot platforme za upravljanje pametnih mest

Iz zgornjih definicij arhitektur pametnih mest opazimo, da so poleg zajemanja podatkov in celotne infrastrukture v ozadju ključnega pomena pametne aplikacije. Te aplikacije uporabljajo pametno tehnologijo in izboljšujejo kakovost življenja v mestu z olajšavo javnih storitev in postopkov ter pametnim upravljanjem. Delež teh aplikacij sestavljajo platforme, ki izrabljajo IKT in tako povezujejo več pametnih sistemov med sabo, povezujejo tako aplikacije kot senzorje, prikazujejo pregled nad dogajanjem v mestu, omogočajo nadzor mestnih področij, povezujejo prebivalce z vodstvom mesta ali pa vključujejo vse te lastnosti skupaj.

### 4.1 Definicija

Da bomo lahko lažje opravili pregled obstoječih rešitev, bomo definirali, kaj točno sploh iščemo. Platforme za upravljanje mest so v osnovi IoT platforme. Podjetje ThingWorx je platformo IoT definiralo kot set komponent, ki omogočajo:

- namestitve aplikacij, ki opazujejo, upravljajo in nadzirajo povezane naprave,
- oddaljeno zbiranje podatkov iz povezanih naprav,
- neodvisno in varno povezovanje med napravami,
- upravljanje naprav ali senzorjev,
- integracija sistemov tretjih oseb.

Platforma IoT je neodvisna od strojne opreme in aplikacijskih slojev ostalih tehnologij v internetu stvari, torej lahko delujejo neprekinjeno tudi ob izpadu določenih naprav v sistemu. Idealna platforma naj bi integrirala katerokoli napravo in imela možnost vključitve z aplikacijami naprav, hkrati pa omogočala implementacijo značilnosti in funkcije IoT s katerokoli napravo na isti način [32].

Nas pa zanimajo IoT platforme, ki se uporabljajo za upravljanje pametnega mesta. Enotne definicije teh platform v publikacijah ni, kar ni preseñetljivo glede na količino različnih definicij pametnega mesta in arhitekture. Sklepamo jo lahko kar sami iz prej opisanih definicij pametnega mesta, arhitekture in platforme IoT.

Platforma za upravljanje mesta je torej set komponent, ki deluje neprekinjeno tudi ob izpadu določenih naprav ali aplikacij v sistemu, zmožna naj bi bila, z uporabo IKT, povezati storitve mesta, njihove senzorje, pametne aplikacije, imela naj bi zmožnost zbiranja relevantnih podatkov, opravljala analizo in prikaz podatkov, po potrebi objavljala podatke preko storitev za nadaljnjo uporabo in omogočala splošen nadzor nad mestom. Ker naj bi pametno mesto dosegalo neke merljive cilje, je pri platformah pomembno, da pridobljene podatke sestavljajo v neko smiselno celoto v obliki grafov, poročil, ipd., za potrebe nadaljnjega razvoja mesta ter v idealnem primeru omogočajo poleg nadziranja tudi upravljanje dejanskih storitev, primer je kontrola luči



v mestih, kot to počnejo nekatere izmed spodaj naštetih platform. Mesto lahko s pomočjo take platforme zastavi točne cilje oziroma ključne kazalnike uspešnosti (KPI) in sproti spremlja svojo učinkovitost v realiziranju teh ciljev.

Platforme pa lahko razdelimo na dva tipa, na platformo, ki je narejena le za eno področje mesta in pa na tiste, ki povezujejo več ali vsa področja med sabo in podajajo celosten pregled nad mestom. Prve bom poimenoval področne platforme, slednje pa celostne platforme. Večji izzivi se pojavljajo pri celostnih platformah, primer takih izzivov je heterogenost podatkov, ki pa se rešuje s standardizacijo uporabljenih tehnologij in strukture podatkov.

Pomembnost standardov izpostavlja evropski projekt Urban platforms. Ta ima za dolgoročni cilj vzpostavitev mestnih platform, oziroma po njihovo urbanih platform, tako da bi bilo do leta 2025 preko 300 milijonov prebivalcev EU servirano s strani platform znotraj svojih mest, kratkoročni cilj pa predvsem pospešitev prevzemanja platform. Za potrebe standardizacije je bil kreiran nov projekt imenovan ESPRESO, ki naj bi zagotovil skupno ogrodje, zgrajeno iz relevantnih odprtih standardov, tehnologij in informacijskih modelov, ki so trenutno že v uporabi ali razvoju v različnih sektorjih [10].

Projekt Urban platforms tako mestne platforme definira kot „Urbane platforme sestavljajo ključni člen, s katerim lahko mesta lažje upravljajo trenutno eksplozijo v količini mestnih podatkov in lažje delijo te podatke med mestnimi storitvami v želji izboljšanja rezultatov za družbo“.

Na kratko pa opišejo tudi kot „Rešitve, ki pomagajo mestom digitalizirati njihove storitve in jih povezati med seboj“ [51].

## 4.2 Pomen arhitekture pri implementaciji platform

Postavlja se vprašanje, zakaj je arhitektura v mestu sploh pomembna pri implementaciji platform za upravljanje. Po opisani definiciji v 4.1, je platforma set komponent, ki lahko delujejo neprekinjeno neodvisno od izpada drugih naprav ali aplikacij v sistemu, vseeno pa brez druge infrastrukture v sistemu ne more delovati uspešno, ker nima kaj povezovati ali procesirati. Pomembno je, da mesta vlagajo v ostalo infrastrukturo mesta, ki je bila našteta pri poglavju 3.1. Za platforme pa obstajajo arhitekturni predpogoji, od katerih je implementacija odvisna [38]:

- Odprto ogrodje

Zaradi konstantnih prilagoditev storitev mesta in podpornih aplikacij je pomembno zagotavljanje stabilnega in hkrati odprtega ogrodja za prilagajanje različnim tipom in verzijam rešitev.

- Standardizacija

V javnem prostoru se dogaja nenehni razvoj aparatov, naprav, omrežij, opreme, ki jih mora mesto vzdrževati, povezovati ali nadzirati, zato standardizacija povezljivosti zagotavlja dolgoročno stabilnost.

- Pripravljeno za rast

Skalabilnost je v implementaciji novodobnih aplikacij ključna lastnost, večina pa to rešuje z implementacijo v oblaku. Pomembno je, da kljub povečani uporabi ostane stabilna in zmogljiva. Kot je bilo omenjeno pri eni izmed definicij arhitektur, je za reševanje tega problema ključno računalništvo v oblaku.

- Generično

Zaradi velike količine zunanjih objektov je pomembno, da ostane platforma neodvisna od drugih procesov, ponujati mora splošne funkcionalne gradnike.

Predhodno morajo mesta vlagati v izpolnjevanje zgornjih predpogojev in vzpostaviti primerno politiko.

## 4.3 Prednosti

Slabosti pri implementaciji takih informacijskih rešitev so dolgoročni razvoj, zahtevna namestitev celotnega sistema in stroški, predvsem zaradi obsežnosti, ki je zahtevana na fizični in digitalni ravni. Potrebujemo torej zadostne rezultate, ki bodo odtehtali negativno stran implementacije. V tem odseku želim izpostaviti, kakšne prednosti imajo platforme za mesto in posledično meščane, kakšne za industrijo in za ostale. Ravno to opiše tudi evropski projekt za urbane platforme, pri čemer našteje le nekatere izmed mnogih prednosti takih platform, brez katerih sama iniciativa ne bi obstala [51].

### 4.3.1 Prednosti za mesto

Prednosti za mesto vsebujejo več množic skupin, ki so povezane z mestom, štejemo tako lahko mestno upravo, prebivalce mesta, kot tudi dnevne migrante in turiste.

- Boljša izraba mestnih podatkov za uresničevanje željenih ciljev. To je namreč ena izmed glavnih lastnosti platform, saj je količina podatkov res ogromna in zato težko obvladljiva.
- Zaupanje pri dostopanju do potrjenega, odprtega in splošnega dizajna platforme, ki preprečuje odvisnost od ponudnika. Projekt urbanih platform se zavzema za neko splošno rešitev za vsa mesta, tako bi lahko kasneje povezovali tudi več mest med seboj.
- Dostopnost za vse in dokazljiva vrednost iz proučevanja primerov.
- Zmožnost sodelovanja (za npr. manjša mesta s skupnimi potrebami).

- Dostop do gradiva in omrežja, ki podpira krepitev zmogljivosti pri pridobivanju in poslovanju.

### 4.3.2 Prednosti za industrijo

V tem delu je predvsem mišljen poslovni del mesta, od manjših do večjih podjetij, na splošno pa kar vsi, ki poslujejo v ali z mestom.

- Večja potreba na trgu.
- Zaupanje v povpraševanje trga za podporo naložb in izboljšanje dobičkonosnosti.
- Izboljšanje odnosa s trgom in zmanjševanje stroškov prodaje.
- Več varnosti za mala in srednja podjetja pri vključevanju na trg.
- Hitrejša formiranje delujočih medsektorskih ekosistemov.
- Bolj konkurenčni izvozni potencial.

### 4.3.3 Prednosti za ostale

- Financerji: zmanjševanje tveganj za investicije; bolj zagotovljeni projekti.
- Zavodi: doseganje zastavljenih ciljev; boljši vpogled v politiko.

Izmed zgoraj naštetih prednosti je potrebno posebej izpostaviti, da s podatki, pridobljenimi z IKT, lahko mesta tudi bolj natančno določajo dolgotrajne cilje in vizije, pri čemer razvoj mesta upošteva različne dejavnike, ki združeni prispevajo k dvigu kakovosti življenja prebivalcev [44].

Vsaka implementacija platforme pa ima lahko tudi svoje lastnosti, prilagojene glede na specifične cilje mesta, kjer so implementirane. Določene prednosti glede na platformo so zato našteje pri posameznih primerih v poglavju 5 ali pa na straneh projektov.

## Poglavje 5

# Primeri platform za upravljanje

### 5.1 Področne platforme

Področne platforme so osredotočene le na upravljanje in nadziranje določenega področja mesta, na primer mobilnost, energetiko in podobno. Spodaj bom naštel le nekaj primerov področnih platform v uporabi ali pa v razvoju, vendar pa so glavni fokus pregleda vseeno celostne rešitve, ki jih najdemo v poglavju 5.2.

#### 5.1.1 IntelliLIGHT

IntelliLIGHT je platforma primarno namenjena inteligentnemu upravljanju razsvetljave. Vodstvu mesta omogoča ugašanje in prižiganje luči, avtomatsko ali ne, in to kar preko mobilnega telefona, omogoča zatemnitev luči ob poznih urah, ko niso več tako potrebne, ugotavlja možne napake in izpade v sistemu, vse to pa je koristno za varčevanje in boljše razpolaganje z električno energijo. Poleg razsvetljave pa je možno z njo upravljati vse naprave, povezane v električno omrežje, tako lahko upravljamo tudi druge naprave v sistemu, nadziramo promet in pa mestna brezžična omrežja [27].

Ta področna platforma ima uspešne rezultate predvsem v energetiki, vendar zagotavlja tudi druge prednosti. Na njihovi spletni strani lahko najdemo

seznam nekaterih[30]:

- zmanjšanje električne porabe in vzdrževalnih stroškov,
- manjša električna poraba vpliva na zmanjšanje emisij ogljikovega dioksida,
- zmanjšanje svetlobnega onesnaženja,
- upravljanje svetlobnih panelov, ki se lahko uporabijo za oglase in posledično ustvarjajo prihodke,
- polnjenje električnih vozil,
- zaradi hitrejšega odpravljanja okvar v razsvetljavi izboljšuje varnost v prometu.

Implementacija rešitve je trenutno v fazi izvajanja tudi v Sloveniji, v Novi Gorici, kjer poteka obnova javne razsvetljave z energetske učinkovitimi rešitvami [29, 28]. Ker je podjetje iz Romunije imajo implementirano svojo rešitev v kar treh romunskih mestih. Poleg Romunije je rešitev implementirana tudi na Slovaškem in na Madžarskem, predvsem pa so uspešni na Arabskem polotoku, kjer med drugim skrbijo za učinkovito osvetljevanje muslimanske pomembnega mesta Meka, s čimer so v prvem letu prihranili kar 10.000 MWh električne energije [28].

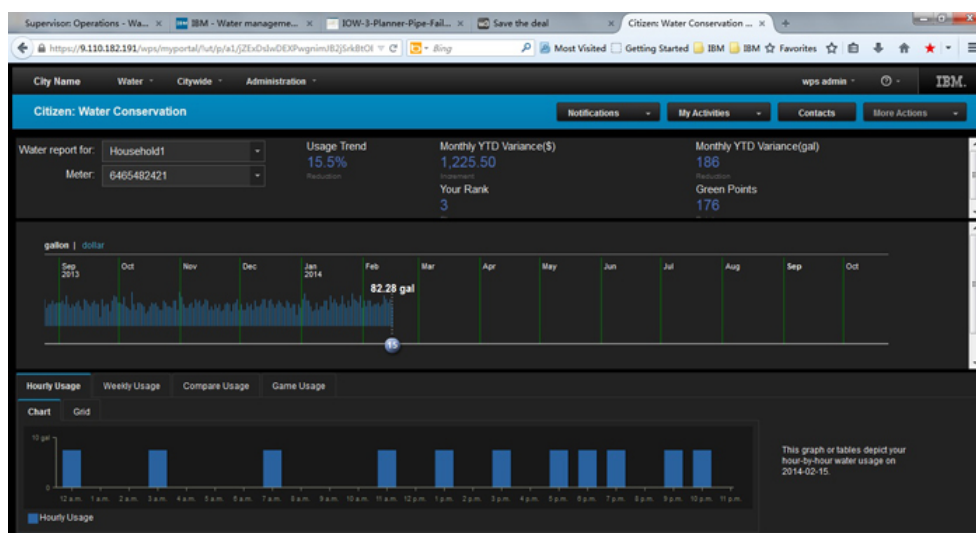
### 5.1.2 Intelligent Water

Intelligent Water je platforma za pametno upravljanje vodovja podjetja IBM, ki ima na področju pametnih mest tudi druge rešitve. Glavne prednosti rešitve so [18]:

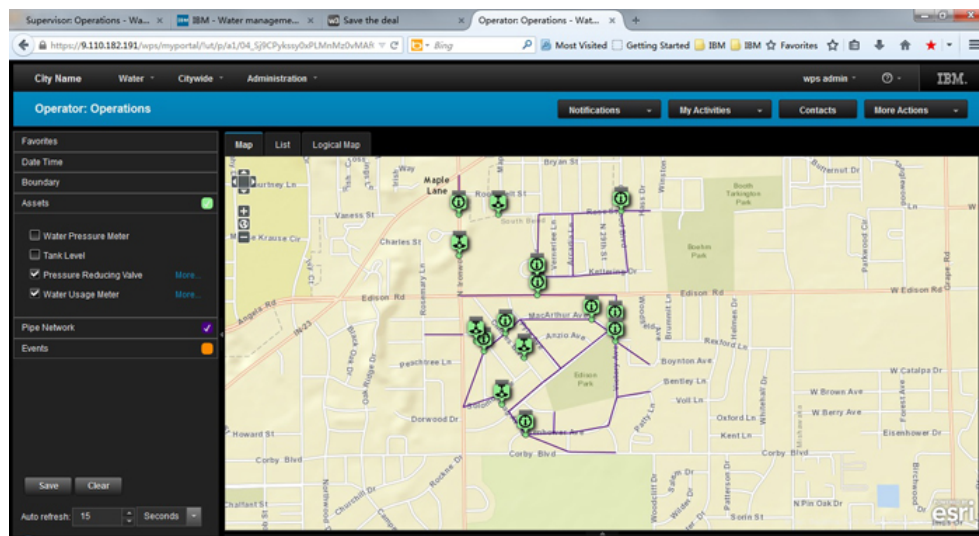
- Vključuje pametne operacije za vodovje, ki izboljšajo upravljanje vodstvenih odločitev, učinkovitost in zmanjšajo tveganje.
- Vključuje analitično orodje za optimizacijo pretoka vode in iskanje napak v cevovodih.

- Pametne podatke spreminja v priložnosti, saj sledi in nadzira porabo in informira prebivalce o načinih za zmanjšanje porabe energije in vode.
- Z vpogledom v masovne podatke in pametne naprave omogoča upravljalcem vpogled v možne scenarije, tako lahko mesto hitreje rešuje probleme.
- Ponuja več implementacijskih modelov, s čimer podpira mesta različnih velikosti in IT zmogljivosti mesta, tudi z namestitvijo v oblaku.

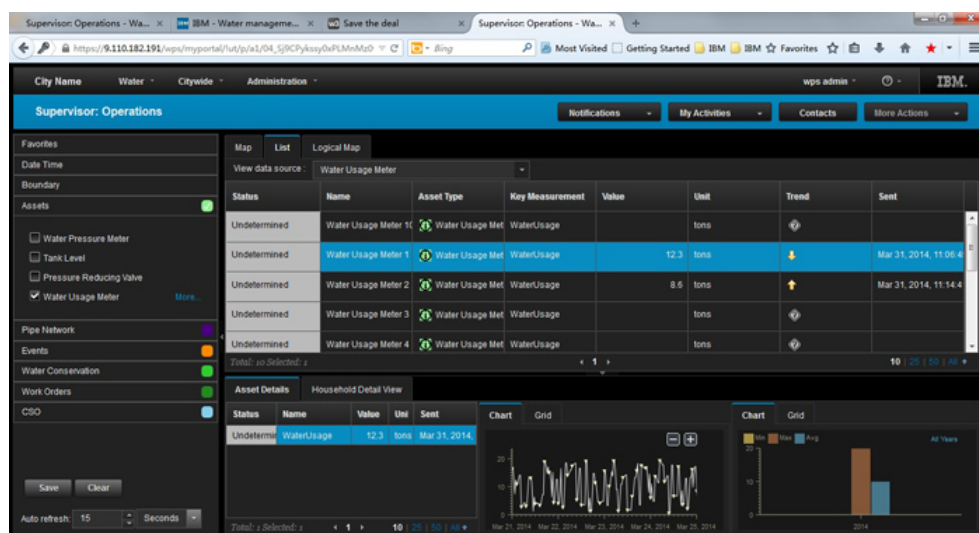
Spodnje slike 5.1, 5.2, 5.3 in 5.4 predstavljajo izgled spletnih aplikacij skozi oči različnih uporabnikov, tako vsak vidi to, kar je pomembno zanj.



Slika 5.1: Aplikacija za prebivalca, s katero lahko nadzira svojo porabo.

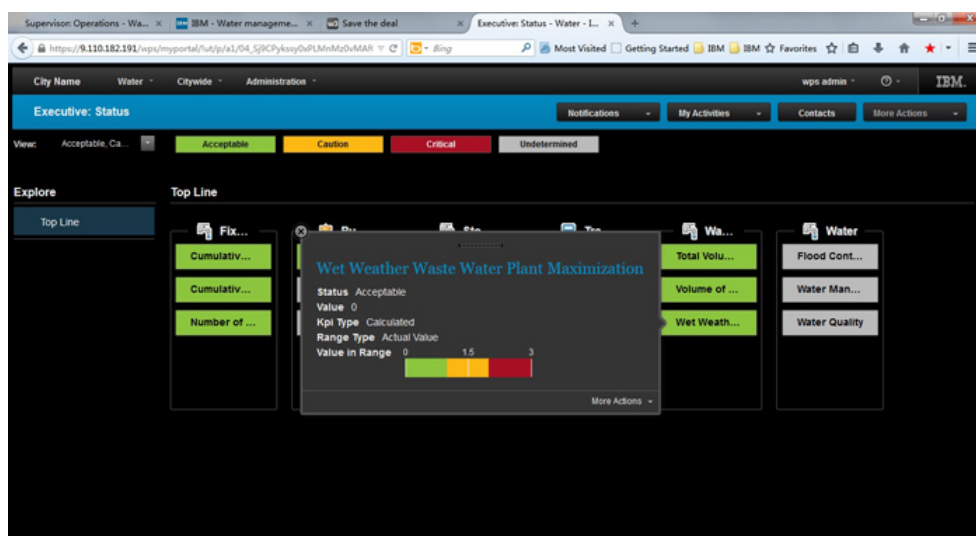


Slika 5.2: Aplikacija za upravljalca, ki lahko upravlja sistem preko zemljevida.



Slika 5.3: Aplikacija nadzornika s prikazom trendov in KPI.





Slika 5.4: Aplikacija za vodstvo, kjer lahko sledijo KPI.

Voda je pomemben del našega življenja, zato se v njeno upravljanje investira zelo veliko denarja. Na Nizozemskem so implementirali rešitev podjetja IBM, s katero sedaj merijo kvaliteto pitne vode glede na vremenske pojave, računajo verjetnost poplav in suš. S tem želijo zmanjšati degradacijo okolja in stroške upravljanja vodovja do petnajst odstotkov. V četrtem največjem mestu ameriške zvezne države Indiane, South Bend, uporabljajo platformo za izboljšavo upravljanja odpadnih voda. V prvem letu so uspešno zmanjšali izlivanje odpadnih voda v primeru vlažnega vremena in skoraj popolnoma odpravili izlivanje odpadnih voda v suhem vremenu. Z novim sistemom so se prav tako izognili dodatnim investicijam v infrastrukturo in s tem privarčevali ogromno količino denarja [31]. Vidimo, da ta področna platforma prinaša veliko ekonomskih ter ekoloških koristi.

### 5.1.3 Enotna mestna kartica Urbana

Tudi v Ljubljani se je v zadnjih letih naredilo veliko v smeri pametnega mesta, torej za izboljšavo življenja v mestu, predvsem v ekološki smeri, zaradi česar nosi naša prestolnica tudi naziv Zelena prestolnica Evrope 2016. To je projekt, ki spodbuja trajnostni razvoj pametnih mest. Poleg projektov v

ekološko smer pa je veliko projektov usmerjenih v digitalizacijo Ljubljane.

Med bolj vidnimi je projekt enotne mestne kartice Urbana, to je platforma Ljubljane za plačevanje oziroma uporabo nekaterih storitev. Mesto je s tem postalo eno izmed prvih v Evropi, ki uvaja enotno plačevanje mestnih storitev. Kartica Urbana je prvotno uporabljena kot kartica za mestni potniški promet, vendar pa jo je sedaj že možno uporabiti tudi za druge storitve, na primer plačevanje vožnje z vzpenjačo na Ljubljanski grad, parkirnino na belih conah in parkiriščih v upravljanju Javnega podjetja Ljubljanska parkirišča in tržnice ter za storitve Mestne knjižnice Ljubljana. Od leta 2011 je kartico možno uporabiti tudi za izposojlo koles sistema BicikeLJ, možno pa jo je uporabiti tudi za plačilo vstopnine v javne ustanove v mestu, med katere sodi vrsta muzejev, živalski vrt, botanični vrt, arboretum, ipd. Prav tako obstaja turistična kartica Urbana, s katero si obiskovalci zagotovijo vstop v kulturne institucije in turistične zanimivosti [49, 50]. Urbani podobni sistemi so v uporabi v več evropskih mestih, primer je kartica Oyster v Londonu. Iz osebnih izkušenj lahko povem, da je sistem kartice Urbane olajšal življenje v mestu s preprostejšo uporabo mestnega prevoza in drugih storitev.

Mesto s pomočjo sistema Urbana lahko planira kratkoročne in dolgoročne plane predvsem glede prevoza ter tako izboljša uporabniško izkušnjo na tem področju. Obenem lahko s prodajo turističnih kartic zagotovi boljši vpogled v turizem Ljubljane in vlaga v turistično bolj uspešne projekte ali pa izvaja promocijo za manj uspešne. S pomočjo pridobljenih podatkov pa si mesto lahko tudi ustvari dolgoročne plane. Ljubljana ima t.i. vizijo oziroma strategijo Ljubljana 2025. V zadnjih letih so renovirali del Slovenske ceste, poleg tega pa se vlaga v t.i. zeleni prevoz oziroma vozila z manjšim onesneževanjem okolja.

## 5.2 Celostne platforme

Celostne platforme omogočajo upravljanje več področij mest, ponavadi pa omogočajo implementacije storitev posameznih področij kot neodvisne storitve, v obliki modulov. Ker imajo mesta omejen proračun, so modularne rešitve za implementacijo boljše v ekonomskem smislu, saj jih lahko implementirajo inkrementalno. Spodaj sledi nekaj primerov celostnih platform, ki so trenutno že v uporabi ali pa v razvoju.

### 5.2.1 Smart City Platform Solution

Kot nekateri ostali IT giganti, se tudi Oracle pojavlja na področju pametnih mest. Njihova celostna rešitev se imenuje Smart City Platform Solution. Zasnovana je modularno, tako da jo lahko mesta implementirajo le za nekatera področja, ki jih želijo izboljšati, po principu vstavi in poženi (ang. plug and play) [37].

Platforma obsega naslednja področja, ki se jim zdijo pomembna za upravljanje mesta [38]:

- Mestne storitve

Prioriteta tega področja je zagotavljanje jasnih odgovorov na probleme prebivalcev, predvsem interakcija za neurgentne probleme. Do sedaj je platforma vplivala na izboljšanje kvalitete življenja na področju javnega pitja, kršitev pri parkiranju, kršenju javnega reda in miru, vandalizma...

- Krepitev vloge prebivalcev.

Mesta želijo vzpodbuditi prebivalce k aktivnemu sodelovanju v obliki povratnih informacij s strani prebivalcev. Platforma z dvosmerno komunikacijo omogoča interakcijo med prebivalci in mestom, ki posledično aktivno reagira na probleme.

- Delovanje mesta

V tem področju platforma ponuja olajšanje mestnih poslovnih procesov. Primeri teh procesov so finančno upravljanje, pametno nadziranje in upravljanje dovoljenj ter delovanje mesta kot celota. S prepoznavo vzorcev, predvidevanjem in analiziranjem tako sproža alarme za probleme znotraj mesta.

- Poslovna produktivnost

Indikator uspešnosti mesta je tudi dobro sodelovanje s podjetji. To mora potekati kar se da gladko, mesto mora zato izločiti čim več nepotrebnih procesov in birokracije ter tako omogočiti hitrejšo produktivnost podjetij. Platforma je zato odprto zasnovana za avtomatsko integracijo med mestnimi in poslovnimi procesi, priključevanje novih aplikacij pa je omogočeno z odprtim standardom, ki ga določa platforma.

- Mestna infrastruktura

To področje je osnova za vse ostale v mestni platformi, saj priskrbuje informacije in povezuje procese in ljudi, zagotavlja varnost podatkov in aplikacij ter dostavlja sredstva za dostopanje, iskanje in analiziranje podatkov.

- Trajnostno mesto

Glavni cilj mest je svojim prebivalcem zagotavljati življenje v za to primernem okolju. V okviru platforme je trajnostno mesto implementirano v zbiranju povratne informacije vseh mestnih mrež, od prebivalcev, podjetij, do samih merilnih naprav. Bazira na osnovi odprtih podatkov (ang. open data) z omogočenim dostopom do podatkov tako vodstvu kot prebivalcem mesta.

Svoje rešitve je podjetje implementiralo že v večjih mestih, kot je Boston, kjer so v okviru projekta Boston About Results (BAR) pripomogli k boljšemu nadzoru uspešnosti pri različnih programih, kot je recikliranje, ter v splošnem izboljšali učinkovitost in s tem upravičili nadaljnje financiranje. Med bolj

pomembnimi členi njihovega sistema pa je sistem SNES (ang. Single Non-Emergency Number), implementiran v večih mestih v Ameriki in po svetu, primer so New York (več kot milijon klicev na dan), Hong Kong, Berlin in Madrid. Za izboljšanje poslovanja skrbi modul E-Business Suite, katerega so implementirali v mestu Edinburgh ter tako izboljšali poslovanje mesta, v okrožju Norfolk so z modulom prihranili preko 200.000 funtov letno, v Sankt Petersburgu pa kar 4,9 milijone dolarjev letno s hitrejšim procesiranjem prošenj [37].

Več o Oraclovi rešitvi in implementacijah je dostopno na naslovu <http://www.oracle.com/us/industries/public-sector/national-local-government/city-platform/index.html>.

### 5.2.2 VLCi Platform

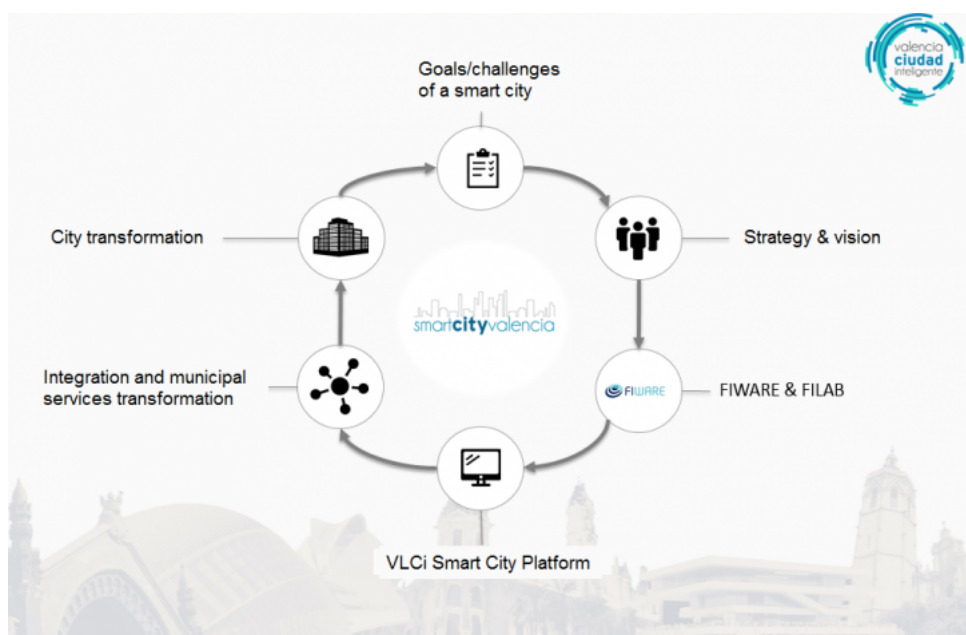
Tudi španski telekomunikacijski gigant Telefónica razvija in implementira rešitve za pametna mesta preko FI-WARE platforme, del evropskega projekta Future Internet Core Platform [11], podprtega s strani iniciative za odprta in agilna pametna mesta (ang. Open and Agile Smart Cities) [48]. Iniciativa se osredotoča na 3 glavne tehnološke izzive [12]:

1. splošen API za dostop do mesta v realnem času,
2. upoštevanje standardov,
3. informacijski modeli iz implementacij.

Za implementacijo rešitve se je zavezala Valencija, ki bo tako prvo mesto v Španiji z integrirano platformo za upravljanje mesta v oblaku. Za potrebe platforme so v mestu definirali kar preko 700 indikatorjev za merjenje uspešnosti mesta v smislu pametnega mesta, od tega jih je preko 300 implementiranih v platformi. Implementirani indikatorji zadostujejo za certifikat iz poglavja 2.3, s čimer lahko primerjamo učinkovitost Valencije z drugimi mesti, ki sledijo standardu. Platforma VLCi naj bi rešila nekatere vidike pametnega upravljanja [52]:

- Omogoča merjenje rezultatov kvalitete življenja in upravljanja mestnih storitev ter jih primerja z mesti, ki imajo podobne lastnosti.
- Izboljša model upravljanja z izboljšanjem relacijskega upravljanja in s spodbujanjem večje vključenosti družbe, ljudi, organizacij in podjetij.
- Omogoča odprto, bolj transparentno oblast, kar zagotovi z odprtimi podatki.
- Usmerja mesto v bolj trajnostni prostorski in urbanistični model, pri porabi virov in učinkovitosti mestnih storitev.

Na sliki 5.5 lahko vidimo, da platforma predstavlja povezovalni člen v procesu za izboljšavo mesta, glede na cilje in vizijo mesta.



Slika 5.5: Proces upravljanja pametnega mesta Valencia z uporabo platforme.

Projekt je trenutno še v teku. Ocenjen je na kar 4.800.000 evrov, vendar naj bi z varčevanjem, dobljenim od projekta, dolgoročno privarčevali. Na

spletni strani evropskih projektov so naštetih rezultati implementacij po letih, projekt pa bo zaključen do konca leta 2017. Trenutno je možno opraviti preko 90% občinske dokumentacije preko spleta, pametno upravljanje razsvetljave in vodovja zmanjšuje porabo do visokih 35%, odziv hitrih služb pa je drastično hitrejši [52, 54]. Projekt implementacije platforme pozitivno vpliva tudi na univerze, ki sodelujejo pri projektu, saj so z njem pridobila sredstva za raziskave in razvoj področij povezanih s standardom Fi-Ware, uporabo odprtih in masovnih podatkov, strategije pametnih mest in prispevali k definicijam novih funkcionalnosti za mestno aplikacijo App Valencia [53].

Več o informacijskih rešitvah Telefónice je možno prebrati na strani <https://iot.telefonica.com/>, o implementaciji platforme v Valenciji pa na strani <http://www.uraia.org/case/valencia-smart-city-platform> in <https://eu-smartcities.eu/commitment/7024>.

### 5.2.3 VM9 Smart Cities Platform

Brazilski startup VM9 trenutno dela na platformi za pametna mesta prav tako v sodelovanju s platformo FIWARE. Implementacija pa poteka v brazilskem mestu Nova Friburgo. V prvi fazi želijo s platformo ustvariti robustno geoprostorsko bazo podatkov mesta, s katero bi olajšali delo pri procesu izdaje dovoljenj, poleg tega pa tudi izboljšati interne procese upravljanja in ostale digitalne storitve, ki jih mesto ponuja meščanom. Druga faza razvoja bo namenjena spremljanju kakovosti zraka, vode, okolja, itd. in to posredovati prebivalcem z uporabo različnih komunikacijskih kanalov.

Platforma je razvita modularno, razdeljena je v 5 projektov, ki jih lahko vidimo na sliki 5.6. Ti projekti lahko delujejo kot neodvisne storitve [13].



Slika 5.6: Modularni projekti platforme VM9

Spodaj sledijo opisi modulov platforme[13]:



1. Internet of Things (IoT)

Glavna naloga tega modula je iskanje škodljivih dogodkov, kot so naravne, kemične ali pa radioaktivne katastrofe.

2. Web Geographic Information System (WebGIS)

Modul upravlja geoprostorsko bazo podatkov, ki ponuja vmesnike prebivalcem kot interaktivne zemljevide, iskanje po geoprostoru, itd. Kot ostali moduli se tudi ta lahko uporablja neodvisno, vendar podjetje trdi, da ob integraciji s tretjim projektom (BPM) postane prostorski inteligentni sistem, ki pomaga analitikom in tehnikom zaključevati analize o procesih urbanega planiranja in rasti mesta.

3. Business Process Management (BPM)

Prebivalci imajo možnost opravljanja administrativnih postopkov, opazujejo lahko napredek procesov, opravljajo spletna plačila in dokončajo zelene postopke. Ti postopki vključujejo gradbena dovoljenja, okoljevarstvena dovoljenja, kakršnekoli postopke, ki zahtevajo interakcijo med upravo in prebivalcem, s tem institucije delujejo bolj učinkovito, izboljša pa se uporabniška izkušnja prebivalcev.

4. Electronic Content Management (ECM)

Ta modul se uporablja za kreiranje medsebojne povezave med različnimi tipi vsebine (slike, videi, strani, dokumenti) in geografskimi podatki, za zagotovitev pregleda prebivalcem ali pa za uporabo tehničnim ekipam, ki te podatke potrebujejo za svoje delo.

5. Digital Communication Management (DCM)

Zadnji projekt je povezava IoT modula s komunikacijskimi kanali, ki delijo informacijo prebivalcem in podjetjem.

Skupaj je torej celotna platforma zmožna opravljati naslednje funkcionalnosti: opazovanje in nadzor, avtomatizacijo, objavo skupnih informacij preko različnih komunikacijskih kanalov, sodelovanje in lažjo implementacijo

z ostalimi rešitvami. Moduli 2, 3 in 4 so že bili dokončani in umeščeni, tako so od 18. aprila 2016 na voljo prebivalcem. Do marca 2017 pa naj bi bila končana še modula 1 in 5, s čimer bo mesto Nova Friburgo imelo implementirano celostno rešitev platforme za upravljanje mesta [13].

Več o fundaciji FIWARE in projektu podjetja VM9 je dostopno na naslovu <https://www.firmware.org/tag/smart-cities/>.

### 5.2.4 Smart City Platform

Zaenkrat Ljubljana še ne uporablja celostne platforme. Slovenija oziroma prebivalci Slovenije se premikajo v smer celostnih platform, kar kaže platforma, ki je nastala v slovenskem startupu v Ljubljani. To je Smart City Platform, produkt podjetja SmartIS, ki v njihovih besedah ponuja „Pametne rešitve za pametna mesta“ [41].

Njihova platforma za upravljanje mesta omogoča merjenje in poročanje o najpomembnejših ključnih indikatorjih napredka in projektih. Zbira povratne informacije meščanov in jim poroča o napredku, kratkoročnih in srednjeročnih načrtih ter o prioritetni razvrstitvi prihajajočih projektov. SmartCityPlatform se prav tako osredotoča na cilje in podpiranje meril za certifikacijo po standardu ISO 37120 [43], omenjenem v poglavju 2.3.

Po podatkih iz strani pospeševalnika ABC je platforma zelo uspešna. Z njo so opravili že 3600 pregledov nadzora mest, izvedli 75 upravljanj projektov, platforma pa vključuje kar 145 indikatorjev, ki jih merijo mesta [42]. Podjetje SmartIS je prav tako s svojo platformo junija 2016 vstopilo v partnerstvo s podjetjem Libelium, ki ponuja odlične oblačne programske storitve [45]. S tem je le ena izmed 22 oblačnih storitev v partnerstvu s podjetjem Libelium, med katere spada tudi podjetje Amazon s produktom Amazon Web Services.

Platforma se osredotoča na 5 razvojnih stebrov, ki opredeljujejo uspešna mesta:

- nepremičnine in gospodarstvo,
- energija,
- voda,
- mobilnost,
- prioritete mest.

Čeprav ponujajo celostno rešitev, imajo znotraj platforme tudi ločene aplikacije za posamezna področja mesta. Platformo tako delijo na 6 delov, vsak del je lahko samostojna rešitev za pametna mesta. Ti produkti so [46]:

- Performance

Omogoča optimizacijo upravljanja mesta s podpiranjem načrtovanja, merjenja in spremljanja ključnih indikatorjev razvoja.

- Budget

Omogoča optimizacijo oblikovanja proračuna s podpiranjem načrtovanja, merjenja in spremljanja porabe proračuna.

- Projects

Omogoča optimizacijo upravljanja ključnih razvojnih projektov s podpiranjem načrtovanja, spremljanja izvajanja in oblikovanja projektov.

- Voice

Omogoča optimizacijo komunikacije med mestno upravo in ljudmi, z vključevanjem ljudi v upravljanje mest po usmerjenih postopkih odločanja, kar prebivalcem omogoča prevzem proaktivne vloge pri razvoju mesta.

- Sense

Omogoča pregled nad mestnim utripom z zbiranjem, merjenjem in spremljanjem dogajanja v mestu.

- Data Bank

Omogoča integracijo podatkov in njihovo inovativno rabo s povezovanjem pametnega omrežja in tržnice rešitev.

Poleg tega, da je platforma slovenska, bi kot posebnost platforme izpostavil to, da je ena redkih, katere cilj je izpolnitev standarda ISO iz poglavja 2.3 in s tem narediti mesto bolj konkurenčno na lokalnem in mednarodnem trgu.

Več informacij o platformi Smart City Platform je dostopno na naslovu <http://smartiscity.eu/>.

### 5.2.5 Comarch Smart City Platform

Platforma poljskega podjetja Comarch se osredotoča na pametno mobilnost, informacije o mestnih storitvah in pametne nakupovalne izkušnje. Deli se na 7 rešitev [4]:

- mobilna aplikacija za končne uporabnike, s katero lahko uporabljajo vse funkcionalnosti, ki so na voljo v sistemu,
- spletni portal, kot uporabniku prijazen in interaktiven priročnik za prevoz po mestu,
- zaledna podporna aplikacija, ki izboljša izkušnjo pri nakupovanju in transportu,
- aplikacija za upravljanje senzorske infrastrukture, ki ima možnost upravljanja in prilagajanja senzorjev podjetja Comarch,
- portal za partnerje, ki je namenjen predvsem za prikazovanje relevantnih podatkov podjetjem,
- poslovno inteligentni sistem, ki se uporablja za analitične namene podatkov,
- okolje za optimizacijo iskanja in priporočanja končnim uporabnikom.

Verjetno je ta informacijska rešitev ena redkih, ki ima vključene elemente igrifikacije (ang. gamification), saj ima vključeno pridobivanje značk, vpe-ljavo lestvic najboljših in reševanje izzivov, s čimer povečajo interakcijo med mestom in prebivalci. [5].

Več o platformi je dostopno na naslovu <http://smartcity.comarch.com/>.

### 5.2.6 EcoCityS

EcoCityS je celostna platforma podjetja SICE za upravljanje vseh sistemov pametnega mesta. Osredotočajo se na naslednje mestne sisteme [6]:

- Pametna mobilnost - optimalno in učinkovito upravljanje mobilnosti v mestih.
- Pametno okolje - prilagojene tehnološke rešitve za nadzor okolja.
- Pametno vodovje - ocenjevanje in nadzor stanja omrežja za čiščenje in distribucijo vode.
- Pametna učinkovitost - nadzor energetske učinkovitosti javnih sistemov za upravljanje.
- Pameten meščan - upravljanje s podatki meščanov.
- Varna mesta - sistemi za povečanje varnosti v mestih.

Za delno uporabo platforme se je odločila madridska četrt Pozuelo de Alarcón. Implementirana rešitev zajema upravljanje parkirnih sistemov, pametnih namakalnih sistemov, svetlobnih senzorjev in boljšo energetske učinkovitost občinskih stavb. Občina bo tako lahko zajemala informacije o dogajanju v mestu v realnem času. S platformo bo tako omogočeno prižiganje luči ob pojavu megle, izklop namakalnih sistemov ob dežju, manjša poraba energije občinske stavbe, in podobno [7]. Poleg tega bodo prebivalci lahko prejeli informacije o prostih parkirnih mestih in navigacijo do njih.

Več o platformi je dostopno na naslovu <http://www.sice.com/en/lines-of-business/smart-city-platform-ecocitys>.

### 5.2.7 Intelligent Operations Center

IBM ima kot pionir na področju pametnih mest poleg področnih platform tudi celotno platformo Intelligent Operations Center. Platforma priskrbuje integrirane zemljevide, spletne nadzorne plošče, prilagodljiva poročila, analitične algoritme in druga orodja, s katerimi omogoča [20]:

- nadziranje in upravljanje virov, dogodkov in incidentov,
- optimizacijo rasti mesta z analizo mestnega okolja in virov,
- ohranjanje stika s prebivalci in obravnavanje njihovih problemov z uporabo različnih orodij in storitev,
- večja varnost prebivalcev z analizo nevarnih območij,
- integracija podatkov iz različnih oddelkov in uradov z uporabo skupne platforme.

Tako kot ostale celostne rešitve tudi IBM zagotavlja izboljšave na vseh področjih mesta in tako kot pobudniki iniciative Smarter Planet udeležujejo te načrte. Platformo uporablja filipinsko mesto Davao, saj želi preprečiti kriminal, izboljšati upravljanje prometa in odziv ob nesrečah. Župan mesta je povedal „Prepričani smo, da bomo z varnejšim mestom stopili korak bližje k večjim gospodarskim silam na mednarodnem trgu“ [23], ker je na koncu seveda za boljše življenje pomemben denar. Platforma je uporabljena tudi v španskem Madridu, metropolitanskem območju Barcelona ter metropolitanskem območju Nica, kjer želijo izboljšati učinkovito porabo virov, meriti in zmanjšati vpliv na okolje, zmanjšati stroške ter povečati sodelovanje prebivalcev pri upravljanju mesta [19, 21, 22].

Bolj podrobno o njihovi platformi je na voljo na naslovu <http://www-03.ibm.com/software/products/en/intelligent-operations-center>.

### 5.2.8 Platforma ATENEA in Sofia2

Platforma ATENEA španskega podjetja Indra, ki vključuje platformo Sofia2, je nastala iz rezultatov evropskega projekta SOFIA (Smart Objects For Intelligent Applications). Sofia2 je IoT platforma in omogoča zbiranje podatkov iz senzorjev, integracijo z ostalimi mestnimi sistemi, naročilo na dogodke in alarme, itd. Sofia2 torej predstavlja nekakšno ogrodje platforme ATENEA, ki pa vse podatke združuje v celoto za upravljanje, poročanje, komunikacijo in podobno [26]. Kot ena izmed redkih je platforma Sofia2 prosto dostopna. Na spletni strani imajo SDK in dokumentacijo za razvijalce, ki si želijo vzpostaviti lastno IoT platformo za upravljanje povezanih naprav.

Implementacija te platforme poteka v španskem mestu Coruña. Z njeno uporabo želijo izboljšati menjavo informacij med različnimi sistemi ter tako pridobiti celotno sliko nad dogajanjem v mestu. Poleg tega pa bodo podatke lahko analizirali in tako predvidevali aktivnosti v mestu, torej aktivnosti prebivalcev, prometa, naprav, itd., in nato aktivno reagirali glede na potrebe. Platforma vsebuje tudi spletni portal, na voljo na naslovu <http://www.smart.coruna.es/>, kjer imajo prebivalci in podjetja dostop do različnih podatkov mesta [8].

Več o platformi ATENEA si lahko preberete na <http://www.indracompany.com/en/urban-platform>, za podrobne informacije priporočam glavno stran platforme Sofia2, ki je dosegljiva na naslovu [http://sofia2.com/home\\_en.html](http://sofia2.com/home_en.html).

## 5.3 Primerjava platform

Nekatere funkcionalnosti so ključne za pametno upravljanje mesta in implementacijo platform, kar bomo dokazali s primerjavo platform po funkcionalnostih. Obenem želimo določiti tisto, ki omogoča največ ključnih funkcionalosti glede na pridobljene podatke. V ta namen smo izbrali ključne in edinstvene

funkcionalnosti, ki jih imajo zgoraj naštet platforme. Te so:

- CPL - Platforma je celostna.
- KOM - Platforma omogoča komunikacijo med uporabniki.
- DAT - Platforma omogoča prikazovanje podatkov uporabnikom.
- MOD - Platforma omogoča modularno implementacijo.
- ISO - Platforma podpira pridobitev certifikata ISO 37120, omenjenega v poglavju 2.3.
- NUM - Število indikatorjev, ki jih platforma meri.
- GAM - Platforma ima uporabljene pristope igrifikacije.

Za primerjavo bomo uporabili naslednje platforme:

- IBM IW - IBM Intelligent Water
- OCPS - Oracle City Platform Solution
- VM9 - VM9 Platform
- VLCi - Valencia City Platform
- SCP - Smart City Platform
- CSCP - Comarch Smart City Platform

Izmed platform smo izbrali tiste, o katerih smo lahko zbrali največ podatkov, in tiste, ki vsebujejo edinstvene funkcionalnosti.



Platforma	CPL	MOD	KOM	DAT	ISO	NUM	GAM
IBM IW		x	x	x			
OCPS	x	x	x	x			
VM9	x	x	x	x			
VLCi	x	x	x	x	x	preko 300	
SCP	x	x	x	x	x	145	
CSCP	x	x	x	x			x

Tabela 5.1: Primerjava platform glede na funkcionalnosti.

Iz tabele 5.1 opazimo, da se vse platforme osredotočajo na iste funkcionalnosti. Sklepamo lahko, da je glavna funkcionalnost komunikacija in dostavljanje podatkov uporabnikom platforme, saj je pametno mesto pametno le toliko, kot so pametni njegovi prebivalci. Druga pomembna funkcionalnost pa je modularna implementacija. Razlog je logistično težje izvedljiva implementacija v velikih mestih in omejen proračun v srednjih in manjših mestih. Opazimo tudi, da sta platformi VLCi in SmartCityPlatform edini, ki podpirata certifikacijo. Ob slednjem dejstvu moramo upoštevati pogoj, da so pridobljene informacije le iz dostopnih virov preko interneta, zato je mogoče, da tudi ostale že podpirajo certifikacijo ISO 37120. Če upoštevamo še druge dostopne podatke vseh platform iz poglavja 5, ima največ funkcionalnosti platforma VLCi, ki meri preko 300 indikatorjev mestnega razvoja in uspešnosti. Valencia bo s končano implementacijo leta 2017 prvo mesto v Španiji z integrirano celostno platformo.

V primerjavo sem vključil tudi platformo Comarch Smart City Platform, saj ima vpeljšano edinstveno funkcionalnost igrifikacije, s katero želi na zanimiv način dodatno vzpodbuditi aktivno sodelovanje prebivalcev v odločanje mesta. Menim, da bi tudi ostale platforme morale vključiti nek zanimiv in zabaven element, ki bi privabil ljudi k uporabljanju platforme in tako sodelovanju pri upravljanju mesta.

## 5.4 Prihodnost platform

Zgoraj je naštetih le nekaj platform, saj jih ob pregledu literature najdemo še mnogo več. Verjetno je eden glavnih razlogov za tako veliko število, kljub novemu konceptu, množica investicij v projekte pametnih mest. V sklopu prejšnjega evropskega programa za raziskave in razvoj FP7, je bilo investirano v projekt SOFIA, omenjenega pri 5.2.8, s katerim je bila narejena raziskava in implementacija ene prvih platform za mesta [47]. Na podlagi te raziskave je kasneje nastala zgoraj omenjena platforma. Evropska unija je za raziskave in razvoj med leti 2014 in 2020 namenila skoraj 80 milijard evrov, eden glavnih ciljev novega evropskega programa Horizon2020 je do leta 2020 izboljšanje kakovosti življenja v mestih in trajnosti mest. V IKT sektor je v primerjavi s prejšnjim programom FP7 namenila kar 25% več sredstev [17]. Za hitrejšo širitev rešitev je Evropska komisija ustanovila EIP, ki naj bi povezal mesta, vodje industrije in predstavnike družbe za pametnejša urbana okolja. Seznam zavez k financiranju projektov je dostopen na portalu <https://eu-smartcities.eu/>, kjer lahko najdemo tudi projekte, povezane s platformami na nivoju mest.

Že samo ob investicijah EU in vlaganju evropskih podjetij v razvoj teh rešitev lahko opazimo, da bo poudarek na tem področju informatike v prihodnosti še večji.

## Poglavje 6

### Sklepne ugotovitve

Pregled literature nam je pokazal, da definicija pametnih mest še ni standardizirana. Zaradi tega razloga smo iz vseh definicij povzeli, da so pametna mesta tista, ki s pametno uporabo tehnologije zagotavljajo boljše življenje in bolj učinkovito uporabo ter upravljanje virov, ki so na voljo. S to definicijo smo si pomagali tudi ob nadaljnjem delu.

Ob iskanju definicije arhitekture pametnih mest smo ugotovili, da je večina definicij v literaturi zastarelih, kar je posledica hitrega razvoja na področju, ali pa preveč specifičnih, saj so narejena za določene primere uporabe. Kot najbolj splošno in prilagojeno glede na definicijo pametnega mesta smo vzeli zadnjo, ki deli arhitekturo na 6 sklopov: pridobivanje podatkov, prenašanje podatkov, ocenjevanje ključnih podatkov in hramba, podporne storitve, področne storitve in dogodkovno odvisne pametne aplikacije.

V zadnjem delu smo se osredotočili na platforme za upravljanje mest, kjer smo definicijo samih platform sklepali iz definicij pametnega mesta, arhitekture in IoT platforme. Ko smo definirali, kaj iščemo, smo opravili pregled obstoječih rešitev. Osredotočili smo se na celostne platforme, ki delujejo na več področjih, pregled pa nam je dal vpogled v trenutno stanje na področju pametnih mest glede razvoja teh platform. Na koncu smo opravili primerjavo

glede na določene pomembne funkcionalnosti in ugotovili, da se vse platforme osredotočajo na implementacijo istih funkcionalnosti. Glede na dostopne podatke smo prav tako ugotovili, da ima med naštetimi največ funkcionalnosti platforma VLCi, ki meri preko 300 indikatorjev, pomembnih za primerjavo in analizo.

Poleg tega smo ugotovili, da se v zadnjem desetletju platforme množično razvijajo in implementirajo, za kar so zaslužni tudi evropski in drugi programi, ki investirajo v ta razvoj. V razvoj pa se vključujejo tako največji giganti na področju IT kot manjša podjetja, na primer SmartIS. Ves ta razvoj in vlaganja v raziskave in implementacije pa nam dokazujejo, da bodo platforme eden glavnih členov arhitekture pametnih mest v prihodnosti.

Obstajajo spletne strani, kjer lahko sledimo nekaterim projektom, povezanih z implementacijo platform in ostalih rešitev za pametna mesta. V ta namen priporočam spletni strani <https://eu-smartcities.eu/eu-projects> in <https://www.us-ignite.org/globalcityteams/actioncluster/>. Na slednjih straneh si lahko ogledamo veliko projektov na temo pametnih mest. Delo priporočam v branje vsem, ki želijo dobiti vpogled v področje pametnih mest in platform za upravljanje ter pregled trenutno obstoječih rešitev in implementacij.





# Literatura

- [1] Mahmoud Al-Hader and Ahmad Rodzi. The smart city infrastructure development & monitoring. *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 11(2):87–94, May 2009.
- [2] Mahmoud Al-Hader, Ahmad Rodzi, Abdul Rashid Sharif, et al. Smart city components architecture. In *2009 International Conference on Computational Intelligence, Modelling and Simulation*, 2009. Dosegljivo: [http://www.scconf.ir/files/site1/pages/attachment/smart\\_city\\_components\\_architecture.pdf](http://www.scconf.ir/files/site1/pages/attachment/smart_city_components_architecture.pdf).
- [3] L. Anthopoulos and P. Fitsilis. From digital to ubiquitous cities: Defining a common architecture for urban development. In *Intelligent Environments (IE), 2010 Sixth International Conference on*, pages 301–306, July 2010.
- [4] Comarch smart city. Dosegljivo: <http://smartcity.comarch.com/>. [Dostopano 14. 8. 2016].
- [5] Smart city concept. Dosegljivo: <http://smartcity.comarch.com/comarch-smart-city-solution-elements/smart-city-business-concept/>. [Dostopano 14. 8. 2016].
- [6] Smart city platform - ecocitys. Dosegljivo: [http://www.sice.com/sites/default/files/presentaciones/sice\\_ecocitys\\_eng\\_v5.pdf](http://www.sice.com/sites/default/files/presentaciones/sice_ecocitys_eng_v5.pdf). [Dostopano 10. 8. 2016].

- 
- [7] Pozuelo de alarcón smart city. Dosegljivo: <http://www.sice.com/en/relevant-projects/pozuelo-de-alarcon-smart-city>. [Dostopano 10. 8. 2016].
  - [8] Coruña smart city. Dosegljivo: <http://www.indracompany.com/en/indra/coruna-smart-city>. [Dostopano 13. 8. 2016].
  - [9] Epic platform. Dosegljivo: <http://www.epic-cities.eu/content/epic-platform>. [Dostopano 13. 8. 2016].
  - [10] Wake up your city with a standard, espresso! Dosegljivo: <http://www.espresso-project.eu/>. [Dostopano 6. 8. 2016].
  - [11] Fi-ware - future internet core platform. Dosegljivo: <https://eu-smartcities.eu/node/3104>. [Dostopano 6. 8. 2016].
  - [12] The rule of three at connected smart cities conference. Dosegljivo: <https://www.fiware.org/2016/01/27/the-rule-of-three-at-connected-smart-cities-conference/>. [Dostopano 8. 8. 2016].
  - [13] Reimagining the city as platform: How vm9 are reimagining what cities can do. Dosegljivo: <https://www.fiware.org/2016/07/28/reimagining-the-city-as-platform-how-vm9-are-reimagining-what-cities-can-do/>. [Dostopano 8. 8. 2016].
  - [14] Stephan Haller, Stamatis Karnouskos, and Christoph Schroth. Future internet — fis 2008. chapter The Internet of Things in an Enterprise Context, pages 14–28. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009.
  - [15] C. Harrison, B. Eckman, R. Hamilton, P. Hartswick, J. Kalagnanam, J. Paraszczak, and P. Williams. Foundations for smarter cities. *IBM Journal of Research and Development*, 54(4):1–16, July 2010.
  - [16] Colin Harrison and Ian Abbott Donnelly. A theory of smart cities. In *Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS - 2011, Hull, UK*. ISSS, 2011.



- 
- [17] Ict research & innovation. Dosegljivo: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/area/ict-research-innovation>. [Dostopano 10. 8. 2016].
- [18] Ibm intelligent water. Dosegljivo: <http://www-03.ibm.com/software/products/en/intelligentwater>. [Dostopano 15. 8. 2016].
- [19] City of madrid: Business analytics used to cut costs and support outcome-based maintenance contracts. Dosegljivo: <http://www-03.ibm.com/software/businesscasestudies/us/en?synkey=L020852Q05108M97>. [Dostopano 29. 8. 2016].
- [20] Ibm intelligent operations center. Dosegljivo: <http://www-03.ibm.com/software/products/en/intelligent-operations-center>. [Dostopano 8. 8. 2016].
- [21] Metropolitan area of barcelona: Accessing data from area parks and beaches with analytics tools allows corrective actions. Dosegljivo: <http://www-03.ibm.com/software/businesscasestudies/us/en?synkey=P615841D08950A55>. [Dostopano 29. 8. 2016].
- [22] Métropole nice côte d'azur: Analytics proactively manages civic and cultural services. Dosegljivo: <http://www-03.ibm.com/software/businesscasestudies/us/en?synkey=G279675Y63707G61>. [Dostopano 29. 8. 2016].
- [23] Ibm intelligent operations center for smarter cities. Dosegljivo: [http://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?subtype=SP&infotype=PM&appname=SWGE\\_GQ\\_GQ\\_US&htmlfid=GQS12351USEN&attachment=GQS12351USEN.PDF](http://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?subtype=SP&infotype=PM&appname=SWGE_GQ_GQ_US&htmlfid=GQS12351USEN&attachment=GQS12351USEN.PDF). [Dostopano 8. 8. 2016].
- [24] Ibm builds a smarter planet. Dosegljivo: <http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/>. [Dostopano 14. 7. 2016].

- 
- [25] Smarter planet. Dosegljivo: <http://www-03.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en/icons/smarterplanet/>. [Dostopano 14. 7. 2016].
  - [26] Sofia2 iot platform: Technical view. Technical report, Indra, October 2014. [Dostopano 3.8.2016].
  - [27] Intelligent street lighting. Dosegljivo: <http://intelilight.eu/intelligent-street-lighting-control/>. [Dostopano 15. 8. 2016].
  - [28] Implementations. Dosegljivo: <http://intelilight.eu/implementations/>. [Dostopano 16. 8. 2016].
  - [29] Energetsko učinkovita prenova javne razsvetljave. Dosegljivo: <http://www.nova-gorica.si/projekti/2013072310375741/>. [Dostopano 16. 8. 2016].
  - [30] Benefits. Dosegljivo: <http://intelilight.eu/intelligent-street-lighting-control/cost-savings-and-benefits/>. [Dostopano 29. 8. 2016].
  - [31] Ibm intelligent water. Dosegljivo: [http://www-935.ibm.com/services/multimedia/Intelligent\\_Water.pdf](http://www-935.ibm.com/services/multimedia/Intelligent_Water.pdf). [Dostopano 29. 8. 2016].
  - [32] The thingworx iot technology platform. Dosegljivo: <https://www.thingworx.com/platforms/>. [Dostopano 3. 8. 2016].
  - [33] Iso 37120:2014. Dosegljivo: [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail?csnumber=62436](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=62436). [Dostopano 14. 8. 2016].
  - [34] How does your city compare to others? new iso standard to measure up. Dosegljivo: <http://www.iso.org/iso/news.htm?refid=Ref1848>. [Dostopano 14. 8. 2016].
  - [35] Standards. Dosegljivo: <http://www.iso.org/iso/home/standards.htm>. [Dostopano 14. 8. 2016].

- 
- [36] N. Komninos. The architecture of intelligent cities: Integrating human, collective and artificial intelligence to enhance knowledge and innovation. In *Intelligent Environments, 2006. IE 06. 2nd IET International Conference on*, volume 1, pages 13–20, July 2006.
- [37] Oracle’s city platform solution: Best practices from cities around the world. Dosegljivo: <http://www.oracle.com/us/industries/public-sector/best-practices-smart-cities-br-1855061.pdf>. [Dostopano 1. 8. 2016].
- [38] Oracle’s smart city platform - creating a citywide nervous system. Technical report, Oracle, November 2013. [Dostopano 1.8.2016].
- [39] Renata Paola Dameri. Searching for smart city definition: a comprehensive proposal. *International Journal of Computers & Technology*, 11(3):2544–2551, October 2013.
- [40] Hans Schaffers, Nicos Komninos, Marc Pallot, et al. Smart cities as innovation ecosystems sustained by the future internet. 2012.
- [41] Smartiscity. Dosegljivo: <http://smartiscity.eu/>. [Dostopano 2. 8. 2016].
- [42] Smartiscity - abc accelerator. Dosegljivo: <https://abc-accelerator.com/startup/smartiscity/>. [Dostopano 2. 8. 2016].
- [43] Kaj iso 37120 prinaša razvoju mest? Dosegljivo: <http://smartiscity.eu/kaj-iso-37120-prinasa-razvoju-mest/>. [Dostopano 2. 8. 2016].
- [44] Kaj pomeni biti pametno mesto? Dosegljivo: <http://smartiscity.eu/kaj-pomeni-bit-pametno-mesto/>. [Dostopano 5. 8. 2016].
- [45] Libelium iot ecosystem grows with amazon and six new cloud partners. Dosegljivo: <http://www.libelium.com/libelium-iot-ecosystem-grows-with-amazon-and-six-new-cloud-partners/>. [Dostopano 3. 8. 2016].

- 
- [46] Smartiscity - storitve in produkti. Dosegljivo: <http://smartiscity.eu/storitve-in-produkti/>. [Dostopano 2. 8. 2016].
- [47] Sofia. Dosegljivo: <http://www.artemis-ju.eu/project/index/view?project=4>. [Dostopano 8. 8. 2016].
- [48] Benefits of smart city platforms. Dosegljivo: <https://iot.telefonica.com/blog/benefits-of-smart-city-platforms>. [Dostopano 6. 8. 2016].
- [49] Enotna mestna kartica urbana. Dosegljivo: <http://www.jhl.si/enotna-mestna-kartica-urbana>. [Dostopano 5. 8. 2016].
- [50] Turistična kartica urbana. Dosegljivo: <http://www.ljubljana.si/si/zivljenje-v-ljubljani/v-srediscu/68706/detail.html>. [Dostopano 5. 8. 2016].
- [51] Urban platforms. Dosegljivo: <https://eu-smartcities.eu/content/urban-platforms>. [Dostopano 5. 8. 2016].
- [52] 7024 - smart city management platform = information service platform. Dosegljivo: <https://eu-smartcities.eu/commitment/7024>. [Dostopano 6. 8. 2016].
- [53] Smart city platform: Valencia, spain. Dosegljivo: [http://www.uraia.org/01alaCMS4/files/885\\_arquivoB.pdf](http://www.uraia.org/01alaCMS4/files/885_arquivoB.pdf). [Dostopano 29. 8. 2016].
- [54] Valencia smart city platform. Dosegljivo: <http://www.uraia.org/case/valencia-smart-city-platform>. [Dostopano 6. 8. 2016].
- [55] Doug Washburn, Usman Sindhu, Stephanie Balaouras, et al. Helping cio's understand smart city initiatives: Defining the smart city, its drivers, and the role of the cio. *Forrester Research, Inc.*, February 2011. Dosegljivo: [http://www-935.ibm.com/services/us/cio/pdf/forrester\\_help\\_cio\\_smart\\_city.pdf](http://www-935.ibm.com/services/us/cio/pdf/forrester_help_cio_smart_city.pdf).

- 
- [56] R. Wenge, X. Zhang, C. Dave, L. Chao, and S. Hao. Smart city architecture: A technology guide for implementation and design challenges. *China Communications*, 11(3):56–69, March 2014.
- [57] What is smart city. Dosegljivo: <http://smartcities.gov.in/writereaddata/What%20is%20Smart%20City.pdf>. [Dostopano 20. 7. 2016].
- [58] Smart city - what is smart city? Dosegljivo: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008403j.pdf>. [Dostopano 20. 7. 2016].